Weiteres über qualitativ unzureichende Ernährung.

Inaugural-Dissertation

der

Medizinischen Fakultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Straßburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Aloys Auer

aus

Konstanz (Baden).

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin

1918

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Straßburg.

Referent: Prof. Dr. Hofmeister.

Meinem lieben Vater

aus Dankbarkeit gewidmet.

Während es früher für ausgemacht galt, daß eine aus gut ausnutzbaren Proteiden, Kohlenhydraten und Salzen bestehende, in genügender Menge gereichte Kost zur dauernden Erhaltung des Lebens ausreicht, hat sich in neuester Zeit die Überzeugung Bahn gebrochen, daß neben den genannten Stoffen noch andere, bisher unbekannte Stoffe (akzessorische Nährstoffe, Ergänzungsstoffe, Vitamine) in der Nahrung vorhanden sein müssen, wenn Leben und Gesundheit nicht Gefahr laufen sollen. Der Ausgangspunkt dieser Erkenntnis waren Erfahrungen über die Ätiologie des Skorbuts und der Beriberi.

Die Schutz- und Heilwirkung frischer Vegetabilien beim menschlichen Skorbut, die ähnliche Wirkung der Reiskleie und der Adzukibohnen bei der Tropenberiberi legten den Gedanken nahe, daß die Entstehung dieser Ernährungskrankheiten auf den Mangel irgendwelcher unbekannter, in frischen Vegetabilien bzw. in Reiskleie und den genannten Bohnen enthaltenen Stoffe zurückzuführen sei. Aber erst als Eijkmann fand, daß sich bei Vögeln durch einseitige Ernährung mit geschliffenem Reis eine der Tropenberiberi ähnliche Krankheit erzeugen läßt, und Axel Holst in ähnlicher Weise eine dem Skorbut und der Barlowschen Krankheit entsprechende Erkrankung durch Ernährung von Meerschweinchen mit trockenem Körnerfutter hervorrufen lehrte, war die Möglichkeit einer experimentellen Verfolgung dieser Frage gegeben. Die zahlreichen einschlägigen Untersuchungen finden

sich bei Schaumann, Cas. Funk, Röhmann angeführt und sind in einer aus neuester Zeit stammenden Darstellung von Hofmeister übersichtlich zusammengefaßt.

Danach hat einmal die Zahl der vermutlich durch Mangel unbekannter Nährstoffe bedingten Krankheiten (Insuffizienzkrankheiten) eine erhebliche Vermehrung erfahren. Funk zählt hierher neben Beriberi und Skorbut auch Pellagra, Rachitis, Osteomalacie, Spasmophilie, Mehlnährschaden und eine Reihe von Tierkrankheiten. Andererseits haben die Bemühungen verschiedener Untersucher, die die physiologische und chemische Charakterisierung der fehlenden Nährstoffe anstrebten, zu bemerkenswerten, wenn auch nicht abschließenden Resultaten geführt.

Nach ihrer physiologischen Wirkung unterscheidet Hofmeister von solchen akzessorischen Nährstoffen zum mindesten drei:

1. einen in der Kleie der Getreidearten, aber auch in animalischen Nahrungsmitteln vorkommenden, relativ thermostabilen, alkaloidischen Stoff (Antineuritin), dem Schutz- und Heilwirkung gegen die experimentelle Beriberi zukommt;

2. einen sehr veränderlichen, thermolabilen Stoff, dessen Anwesenheit den frischen Vegetabilien und der frischen Milch die Schutz- und Heilwirkung gegen Skorbut verleiht;

3. einen lipoidähnlichen, sicher vom Antineuritin verschiedenen, in der Butter und einigen anderen Fetten vorkommenden Stoff, der für die Ernährung junger Mäuse und Ratten völlig unentbehrlich ist (Stepp, Mac Collum, Osborne und Mendel). Es ist fraglich, ob mit diesen drei Stoffen die Zahl der lebenswichtigen, unbekannten Nährstoffe erschöpft ist.

Hofmeister findet die besondere Bedeutung der akzessorischen Nährstoffe in ihrer streng exogenen Natur, d. h. in dem Umstand, daß der Organismus zu ihrem Aufbau schlechterdings unfähig ist. „Fehlt der Nahrung auch nur einer der unentbehrlichen Stoffe ganz, oder ist er darin nicht in einer Menge vorhanden, daß der Organismus ihn aus eigenen Beständen bis zur Höhe des Bedarfs ergänzen kann, so muß es früher oder später zu funktionellen Störungen, zu Erkrankungen kommen."

Für die Beurteilung eines Nahrungsmittels wäre nach dem Gesagten neben der Kenntnis seines Gehaltes an Eiweiß, Kohlen-

hydraten, Fett und Salzen und seiner Ausnutzbarkeit auch noch die Feststellung erwünscht, ob es die für die betreffende Tierart erforderlichen akzessorischen Nährstoffe in genügender Menge

Gewichtsprotokoll.

Versuch 9.

Frisch gekochte Kartoffeln.

Versuchstag	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	27	29	31
Datum	18. V.	20.	22.	24.	26.	28.	31.	2. VI.	4.	7.	9.	11.	14.	16.	18.
Tier 1 . . .	20,2	19,8	19,9	20,0	20,3	18,9	19,0	18,6	18,5	18,0	18,0	19,1	19,0	18,5	18,2
„ 2 . . .	17,1	17,8	17,6	17,2	17,0	16,7	16,5	16,7	16,3	16,3	15,5	16,0	14,9	14,5	13,0
„ 3 . . .	23,0	23,5	23,4	23,0	23,1	22,2	21,8	21,4	20,5	21,5	20,0	20,6	20,0 [1]	19,0	19,1
„ 4 . . .	17,8	18,0	18,0	17,4	17,0	16,7	16,2	16,5	15,5	15,0	14,0	14,6	14,0 [2]	13,2	12,8
„ 5 . . .	17,5	18,5	18,2	18,1	18,0	17,8	17,6	17,5	16,7	16,5	16,4	16,5	16,4	16,2	15,4
Gesamtgewicht	95,6	97,6	97,1	95,7	95,4	92,3	91,1	90,7	87,5	87,3	83,9	86,8	84,3	81,4	78,5
Mittleres Gewicht	19,1	19,5	19,4	19,1	19,1	18,5	18,2	18,1	17,5	17,5	16,8	17,4	16,9	16,3	15,7

Versuchstag	34	36	38	41	43	46	49	51	53	56	58	60	63	65	67
Datum	21. VI.	23.	25.	28.	30.	2. VII.	5.	7.	9.	12.	14.	16.	19.	21.	23.
Tier 1 . . .	18,0	18,3	18,0	17,8	18,0	17,8	17,3	17,4	16,8	17,0	16,8	16,4	15,3	15,1	15,0
„ 2 . . .	13,2	12,4	12,7	12,8	13,0	12,7	12,8 [3]	12,6	12,2	12,3	11,7	11,1	10,2 [4]	† —	—
„ 3 . . .	19,0	18,6	18,8	19,2	20,5	20,0	19,5	19,4	18,5	18,0	18,6	18,1	17,9	17,6	18,0
„ 4 . . .	11,8	12,2	11,9	11,5	12,5	11,0	9,5 †	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 5 . . .	15,3	15,3	14,8	14,0	15,0	13,8	12,0	11,5 †	—	—	—	—	—	—	—
Gesamtgewicht	77,3	76,8	76,2	75,3	79,0	75,3	71,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittleres Gewicht	15,5	15,4	15,2	15,1	15,8	15,1	14,2	—	—	—	—	—	—	—	—

Versuchstag	70	72	74	76	78	80	83	85	87	90	92	94	97	99	101
Datum	26. VII.	28.	30.	2. VIII.	4.	6.	9.	11.	13.	16.	18.	20.	23.	25.	27.
Tier 1 . . .	14,2	13,8	13,5	13,2 [5]	13,5	13,3	13,4	13,0	12,5	12,2	12,7	12,3	12,5	12,3	12,0 †
„ 2 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 3 . . .	18,1	17,8	17,0 [5] †	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Erythem an Kopf und Nacken, allmählich zunehmend.

[2]) Am Bauch seitlich von Anfang an geringe Hautwunde (Biß?), die aber stark an Ausdehnung zugenommen hat; am 14. VI. etwa 2 cm lang; links eine haarlose Stelle; Tier sonst munter.

[3]) Linkes Auge entzündet.

[4]) Sektion ohne Ergebnis.

[5]) Kriechen, Kopf räudig, Parese aller Extremitäten; Sensibilität erhalten.

[6]) Beiderseits Keratomalacie (2. VIII.).

Tabellarische Übersicht.

Protokoll-nummer	Nahrung	Zubereitung der Nahrung	Nummer des Tieres	Ergebnis	Anfangs-gewicht g	End-gewicht g	Bemerkungen
1	Gerste	ungeschält und gemahlen	1	Versuch am 58. Tage abgebrochen	17,5	18,5	Tiere gesund.
			2		16,5	18,8	
			3		16,5	17,2	
			4		21,0	24,0	
			5		17,5	18,1	
2	Gerste	ungeschält und gemahlen	1	Tod am 100. Tage	14,5	11,7	Tiere bis zum 84. Tage anscheinend normal; von da ab Gewichtsabnahme.
			2	„ „ 100. „	15,1	11,5	
			3	„ „ 98. „	16,5	11,0	
			4	„ „ 95. „	18,5	16,0	
			5	„ „ 103. „	15,5	11,0	
3	Hafer	nicht geschält und gemahlen	1	Versuch am 94. Tage abgebrochen	15,0	12,0	Tiere gesund; Gewichtsabnahme annähernd gleichmäßig.
			2		16,3	11,1	
			3		15,8	13,1	
			4		19,5	13,0	
			5	Tod am 57. Tage	17,5	10,0	
4	Hirse	geschält	1	Tod am 145. Tage	18,5	12,0	
			2	„ „ 85. „	13,5	8,0	Am 55. Versuchstage macht das Tier einen kranken Eindruck (akute Augenaffektion).
			3	„ „ 115. „	15,5	10,8	Am 71. Versuchstage beide Augen verklebt.
			4	„ „ 118. „	20,5	12,0	Am 97. Versuchstage rechtes Auge geschwollen und geschlossen; Haarverlust und Rötung am Rücken und Kopf.
			5	„ „ 41. „	18,0	10,4	
5	Buchweizen	mit Schale	1	Versuch am 82. Tage abgebrochen	16,0	16,6	Tiere gesund; nur Tier 2 machte am 35. Tage einen kränklichen Eindruck und verliert an Gewicht. Es erholt sich, ohne jedoch das ursprüngliche Gewicht wieder zu erreichen.
			2		25,0	20,0	
			3		20,5	19,0	
			4		26,5	24,3	

6	Buchweizen	ohne Schale	1	Tod am 34. Tage	19,0	14,8	
			2	„ „ 13. „	18,2	19,2	
			3	„ „ 20. „	18,3	14,8	
			4	Versuch am 94. Tage abgebrochen	20,3	13,2	
			5	Tod am 20. Tage	16,4	14,2	
7	Kartoffeln	roh	1	Tod am 15. Tage	17,8	11,7	
			2	„ „ 15. „	18,5	11,5	
			3	„ „ 13. „	16,8	11,0	
			4	„ „ 11. „	23,5	16,0	
			5	„ „ 18. „	17,8	11,0	
8	Kartoffel-flocken		1	Tod am 25. Tage	20,8	15,5	Tiere bis kurz vor dem Tode munter.
			2	„ „ 54. „	17,8	9,5	
			3	„ „ 24. „	14,5	9,4	
			4	„ „ 23. „	13,5	10,0	
			5	„ „ 12. „	17,0	11,5	
9	Kartoffeln	gekocht	1	Tod am 102. Tage	20,2	12,0	Am 77. Versuchstage beiderseits „Keratomalacie“.
			2	„ „ 63. „	17,1	10,2	Am 49. Versuchstage linkes Auge entzündet.
			3	„ „ 74. „	23,0	17,0	Am 73. Versuchstage Kopf räudig; Parese, Sensibilität erhalten.
			4	„ „ 49. „	17,8	9,5	Am 28. Versuchstage Hautnekrose an 2 Stellen.
			5	„ „ 51. „	17,5	11,5	
10	Weißbrot	aus feinem Weizenmehl (Kaisermehl)	1	Tod am 29. Tage	13,5	8,0	Am 27. Versuchstage Reitbahnbewegungen, sonst lebhaft; ein Auge geschlossen.
			2	„ „ 38. „	14,7	6,0	Am 27. Versuchstage an der Schwanzspitze eine blutende Stelle; am 35. Versuchstage Kriechen, Kopf nach rechts gesenkt, oft Kreisbahnbewegungen.
			3	„ „ 40. „	15,4	7,3	
			4	„ „ 40. „	15,3	8,0	
			5	„ „ 43. „	15,0	7,0	Am 42. und 43. Versuchstage Kriechen, Reitbahnbewegungen, fällt auf die linke Seite. Rückwärtskriechen.
			6	„ „ 27. „	23,4	15,5	
			7	„ „ 25. „	25,5	17,0	Am 24. Versuchstage sehr schöne Rollbewegungen.
11	Weißbrot	aus feinem Weizenmehl gemahlen	1	Tod am 25. Tage	22,5	14,5	Am 25. Versuchstage Kriechen, Reitbahn- und Rollbewegungen; beim Anfassen zappelige Krampfbewegungen.
			2	„ „ 28. „	15,2	9,5	Am 28. Versuchstage Kriechen, Zappeln, Rollbewegungen; ataktische Bewegungen; gegen Abend zunehmende Lähmung.
			3	„ „ 33. „	23,2	15,3	Am 33. Versuchstage Rückwärtskriechen, Drehbewegungen.
			4	„ „ 23. „	20,1	14,1	Am 23. Versuchstage Reitbahnbewegungen.
			5	„ „ 35. „	18,2	11,0	Am 35. Versuchstage Kriechen, Rückwärts- und Reitbahnbewegungen, kräftig und rasch beweglich.

Tabellarische Übersicht (Fortsetzung).

Protokoll-nummer	Nahrung	Zubereitung der Nahrung	Nummer des Tieres	Ergebnis	Anfangs-gewicht g	End-gewicht g	Bemerkungen
12	Apfel-schnitze	getrocknet	1	Tod am 22. Tage	16,0	8,1	Gewichtsverlust setzt am 1. Tage ein.
			2	„ „ 15. „	15,8	8,0	
			3	„ „ 22. „	17,0	7,8	
			4	Versuch am 22. Tage abgebrochen	17,0	8,9	Am 22. Versuchstage wird Buchweizengrütze zugegeben, worauf vorübergehende Gewichtszunahme beobachtet wird; dann folgt wieder Gewichtsabnahme und das Tier verendet mit einem Gewicht von 7 g.
			5	Tod am 15. Tage	14,2	8,0	
13	Blutbrot	aus Roggen-mehl mit 10% Trockenblut	1	am 53. Tage wurde Versuch abgebrochen, weil Futter aufgebraucht	20,0	20,3	
			2		22,0	22,3	Am 29. Versuchstage am Rücken Haarverlust; Kratzen.
			3		22,5	24,8	Am 27. Versuchstage Haarausfall, Rötung am Rücken und Bauch.
			4		24,0	24,0	
			5		21,0	18,8	
14	Weißbrot	mit 10% Trockenblut	1	Tod am 21. Tage	20,0	11,2	Am 20. Versuchstage Reitbahn- und Rollbewegungen nach rechts; Parese, feuchte Augen.
			2	„ „ 21. „	15,8	10,0	Am 20. Versuchstage Reitbahnbewegungen; Augen verklebt.
			3	„ „ 28. „	21,7	14,0	Am 28. Versuchstage Reitbahnbewegungen; ataktisches Kriechen.
			4	„ „ 21. „	17,0	11,0	Am 20. Versuchstage Reitbahnbewegungen; Rückwärtslaufen.

enthält. Dies wäre besonders notwendig, wenn die Kost ganz oder vorwiegend aus einem bestimmten Nahrungsmittel wie Reis, Brot, Kartoffeln, Milch usw. besteht. Wenn dieses als solches oder infolge seiner Zubereitung (z. B. in Form von Konserven) nicht die akzessorischen Nährstoffe in genügender Menge enthält, kann es bei andauerndem Genuß zur Insuffizienz kommen. Es haben schon ältere Erfahrungen, auf die namentlich A. Holst aufmerksam gemacht hat, nahegelegt, daß das endemische Auftreten von Ernährungskrankheiten, besonders beriberiähnlicher Art, in früheren Zeiten in Gefängnissen, Irrenhäusern und dergleichen nicht ganz selten war, und auch die letzten Jahre, namentlich aber Erwägungen der Ernährungsmöglichkeiten im Kriege haben die Aufmerksamkeit der Ärzte zunehmend auf diese Frage gelenkt.

Danach erscheint es von praktischen Gesichtspunkten aus geboten, die gebräuchlichen Nahrungsmittel nicht bloß auf ihre chemische Zusammensetzung und ihre Ausnutzbarkeit, sondern auch auf ihre Suffizienz zu untersuchen. Da dies nicht, wenigstens nicht in systematischen Versuchen am Menschen möglich ist, so empfiehlt es sich, entsprechende Versuchsreihen an in der Art der Ernährung dem Menschen nahestehenden Säugetieren auszuführen.

Reine Pflanzenfresser und Fleischfresser sind danach weniger geeignet. Affen und Schweine können, wo es sich um zahlreiche und langdauernde Versuche handelt, nur ausnahmsweise in Betracht kommen. Daher sind begreiflicherweise einschlägige Versuche in großer Zahl fast nur an Ratten und weißen Mäusen ausgeführt worden.

Nach der von Hofmeister gegebenen Zusammenstellung liegen solche Untersuchungen für nachstehende Nahrungsmittel vor:

Fleisch (Watson, Spriggs, Suzuki, Odake, Shimamura, Schaumann, Roos); Hühnereiweiß und Hühnereier (Schaumann, Suzuki); Milch (Keller, Stepp, Martin und Pettit, Moro, Suzuki); Bohnen (Oseki); Erbsen (Oseki); Gerste (Oseki); Hafer (Oseki); Kartoffeln (Schaumann); Mais (Raubitschek, Lode, Horbaczewski, Suárez, Urbeanu); Reis (Raubitschek, Schaumann, Suzuki und Mitarbeiter);

Roggenbrot (Schaumann, Oseki); Weizenbrot (Stepp, Schaumann, Oseki).

Die nachstehend mitgeteilten Versuchsreihen schließen sich den von Oseki ausgeführten an. Sie hatten zur Aufgabe, die Reihe der untersuchten Nahrungsmittel zu vervollständigen, zum Teil auch die bereits vorliegenden Angaben ähnlicher Richtung nachzuprüfen.

Die Versuchsanordnung war die im hiesigen Institut übliche. Die weißen Mäuse, die ihres überaus regen Stoffwechsels wegen zu solchen Versuchen sehr geeignet sind, wurden in Einzelkäfigen auf Torfstreu gehalten, die häufig gewechselt wurde. Die Art des Futters, von dem die Tiere so viel zu fressen bekamen, als sie überhaupt wollten, ist aus den angeführten Tabellen ersichtlich. Zusätze wurden, außer Wasser, keine gemacht. Mindestens alle 2 bis 3 Tage wurden die Versuchstiere gewogen (siehe angeführtes Beispiel: Gewichtsprotokoll zu Versuch 9). Zu jedem einzelnen Versuch wurden meist 5 Tiere verwendet. Im Anfang der Versuche fraßen alle Tiere die ihnen gereichte Nahrung mit großer Gier, im weiteren Verlauf nahm, wo das Futter insuffizient war, die Freßlust ab, um bei einer großen Anzahl bis zur Nahrungsverweigerung herabzusinken, so daß der Tod dann meist sehr rasch eintrat. In bezug auf weitere Einzelheiten verweise ich auf Osekis Darstellung.

Die vorstehende tabellarische Zusammenstellung gibt einen Überblick über die ausgeführten Versuche. Ich lasse ihr die notwendigen Erläuterungen folgen.

Versuch 1 und 2.

Gerste.

Über die Verwendbarkeit des Gerstenmehls bei weißen Mäusen hat Oseki berichtet; es erwies sich als insuffizient, die zwei Versuchstiere gingen am 19. und 24. Tage ein. In meinen Versuchen mit ungeschälter Gerste gediehen die Tiere in den ersten zwei Monaten vortrefflich. Nach Versuch 1, der am 58. Tage abgebrochen wurde, hätte man ungeschälte Gerste als völlig einwandfreies Futter ansehen können. Versuch 2, der sonst unter ganz gleichen Bedingungen ausgeführt wurde, verlief zunächst ebenso. Zuerst Gewichtszunahme, dann Gleichgewicht bis zum 84. Tage, darauf unerwarteterweise in sämtlichen Versuchen Absinken des Gewichts und zwischen dem 96. und 100. Tage der Tod eintrat.

Die ungeschälte Gerste weist sonach gegenüber dem Gerstenmehl eine viel weitergehende Suffizienz auf. Wenn schließlich nach sehr langer Versuchsdauer doch noch Gewichtsabnahme und Tod eintrat, so kann man vermuten, daß diese Wendung durch eine weitgehende Erschöpfung des Organismus an einem lebenswichtigen Stoff bedingt war, der zwar in der ungeschälten Gerste vorhanden ist, aber in zu geringer Menge, um den Bedarf dauernd zu decken. Um was für einen Stoff es sich gehandelt haben kann, ist nicht weiter untersucht. Nach Analogie mit anderen Erfahrungen ist dabei an Kleienbestandteile zu denken. Bemerkt sei ausdrücklich, daß ein Zusatz von Salzen zum Futter nicht gemacht worden war in der Voraussetzung, daß kleiehaltige Zerealien einen genügenden Aschegehalt aufzuweisen pflegen.

Versuch 3.

Hafer.

In Osekis Versuch mit Hafermehl überlebte von 5 Tieren nur eins den 60. Tag, die übrigen gingen vom 33. bis 50. Tage ein. Wie aus meinem Versuch hervorgeht, ist die Ernährung mit ungeschältem, nicht fein gemahlenem, also kleiereicherem Hafer ungleich günstiger. Immerhin steht sie der Gerstenzufuhr nach, wie namentlich aus der bedeutenden Gewichtsabnahme hervorgeht. Eine, wenn auch nur vorübergehende, Zunahme war nicht vorhanden.

Versuch 4.

Hirse.

Die geschälte Hirse steht in ihrer Suffizienz dem Hafer merklich nach. Immerhin zeigten von den 5 Tieren 4 in den ersten 3 Wochen merkliche Gewichtssteigerung. Starke Gewichtsabnahme setzte erst nach dem 30. Tage ein, führte aber nach sehr ungleichen Zeiträumen zum Tode.

Auffällig war die Häufigkeit von Augenerkrankungen, die wohl der von Knapp und Goldschmidt bei insuffizient genährten Ratten beobachteten Keratomalacie bzw. Vorstadien derselben entsprechen.

Versuch 5.

Buchweizen, nicht geschält.

Bei der Mehrzahl der Tiere erweist sich Buchweizen mit Schale als ein ausreichendes Futter. Die vorübergehende Erkrankung eines Tieres hängt offenbar nicht mit der Art der Fütterung zusammen. Ob der ziemlich spät erfolgte Tod eines anderen Tieres darauf zu beziehen ist, ist nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Die Tiere 1, 3 und 4 zeigen bis zum Schluß annähernd gleiches Gewicht.

Versuch 6.

Buchweizen, geschält.

Sämtliche Tiere zeigen in den ersten Tagen Gewichtszunahme. Tier 2 verendet schon in diesem Stadium. Die übrigen zeigen vom 12. Tage ab Gewichtsabnahme und gehen mit Ausnahme von Tier 4 bis zum 33. Tage ein. Tier 4 übersteht, trotz bedeutender Gewichtsabnahme, den 90. Tag; das Gewicht bleibt in den letzten 20 Tagen annähernd gleich. Dieses wenig einheitliche Ergebnis, bei dessen Verwertung Tier 2 am besten außer Betracht bleibt, läßt wenigstens das eine erkennen, daß der geschälte Buchweizen dem ungeschälten an Suffizienz stark nachsteht.

Versuch 7, 8 und 9.

Kartoffeln.

Rohe Kartoffeln werden von Mäusen nicht gern verzehrt. Die Gewichtskurve verläuft, wie bei allgemein ungenügender Ernährung, d. h. die Gewichtsabnahme setzt fast vom 1. Tage ab ein und führt frühzeitig ohne auffallende Krankheitssymptome zum Tod.

Frischgekochte Kartoffeln (Versuch 9) werden in ausreichender Menge verzehrt, genügen aber allein nicht zur dauernden Ernährung. Sie stehen an Suffizienzwert der Hirse nahe. Die Überführung in „Kartoffelflocken“ (Versuch 8) setzt ihn noch weiter herab.

Versuch 10 und 11.

Weißbrot.

Die Tiere erhielten aus „Kaisermehl“ unter Salzzusatz gebackenes Weißbrot, und zwar die Krume, in Versuch 10 in Stücken, in Versuch 11 nach dem Trocknen grob gemahlen. Der Versuch verlief, wie ein ähnlicher von Oseki angestellter (Nr. 1, S. 162), nur lebten die Tiere etwas länger (mittlere Lebensdauer 34 Tage). In den ersten zwei Wochen zeigten sie Gewichtszunahme, dann Abnahme bis zum Tod. Auffallend

Tabelle der mittleren Gewichts-

Versuch	Tage															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	18,9	—	—	17,6	—	17,0	—	15,1	—	—	13,5	—	12,1	—	—	—
8	17,3	—	17,2	—	16,9	—	—	—	15,1	—	14,7	—	—	—	—	—
9	19,1	—	19,5	—	19,4	—	19,1	—	19,1	—	18,5	—	—	18,2	—	18,1
10	17,5	—	17,9	—	—	18,1	—	17,6	—	—	—	—	16,4	—	—	—
11	19,8	—	22,2	—	21,5	—	21,5	—	21,2	—	20,8	—	—	19,7	—	18,9
12	16,0	—	13,1	—	—	12,1	—	11,0	—	—	—	—	9,6	—	9,0	—
13	21,9	22,3	—	23,0	—	—	23,1	—	23,5	—	23,0	—	—	23,0	—	23,4
14	18,6	—	19,2	—	18,7	—	18,4	—	—	—	17,9	—	—	16,5	—	15,5

häufig stellten sich einen Tag vor dem Tode die von Suàrez bei Maisfütterung von Mäusen bereits beobachteten Kleinhirnsymptome ein. In drei nicht weiter ausgeführten, sonst durchaus ähnlichen Vergleichsversuchen, in denen nach 26 Tagen, als Gewichtsabnahme eintrat, Weizenkleie zugeführt wurde, blieben weiterer Gewichtsabfall und diese Symptome aus. Da nach anderweitigen Erfahrungen auch Zufütterung von Hefe das Auftreten der Insuffizienzerscheinungen bei Weißbrotfütterung verhindert, darf vermutet werden, daß es der antineuritisch wirkende Stoff der Kleie ist, dessen Abwesenheit die Insuffizienz bedingt, daß es sich sonach um eine der Beriberi entsprechende Erkrankung handelt. Versuch 11 (mittlere Lebensdauer 29 Tage) zeigt das gleiche Verhalten.

Versuch 12.

Apfelschnitze.

Käufliche, getrocknete Apfelschnitze erwiesen sich als sehr ungenügende Nahrung. Die 4 Tiere, bei denen die Apfelfütterung bis zum Tode fortgesetzt wurde, verendeten am 15. und 22. Tage. Der Abfall des Gewichts setzte sofort mit der Fütterung ein. Ob frische Äpfel ein günstigeres Ergebnis haben, wurde nicht untersucht.

Versuch 13.

„Blutbrot“

(ein mit Zusatz von 10% Trockenblut hergestelltes Roggenbrot).

Wie Oseki gezeigt hat, ist ein aus gewöhnlichem Roggenmehl gebackenes Brot für weiße Mäuse ein gutes Futter. Vorliegender Versuch lehrt, daß daran durch einen nicht unerheblichen Zusatz von trockenem, koaguliertem Rindsblut nichts geändert wird. Das Durchschnittsgewicht bleibt in 53 Tagen auf gleicher Höhe.

Daß dieses günstige Ergebnis nichts mit dem Blutzusatz zu tun hat, geht aus folgendem Versuch hervor.

werte von Versuch 7 bis 14.

Tage																
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17,5	—	17,5	—	—	16,8	—	17,4	—	—	16,9	—	16,3	—	15,7	—
16,1	—	—	14,9	—	14,2	—	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	17,8	—	16,3	—	—	14,8	—	14,4	—	—	13,4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	22,8	—	—	23,5	—	22,6	—	22,6	—	—	22,2	—	22,0	—	—	—
—	14,5	—	—	12,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Versuch 14.

Die Versuchstiere wurden mit einem 10% Trockenblut enthaltenden Weißbrot genährt. Sie gingen in annähernd gleicher Zeit zugrunde wie bei reiner Weißbrotfütterung. Sie zeigten vor dem Tode regelmäßig Kleinhirnsymptome. Das koagulierte Blut besitzt sonach keine Schutzwirkung gegen die betreffenden nervösen Störungen; es kann in dieser Hinsicht trotz seines großen Eiweißgehaltes Kleie und Hefe nicht ersetzen.

Einiges Interesse bietet ein Vergleich der Gewichtskurven, wie er sich aus beistehender Figur 1 mit der dazu gehörigen

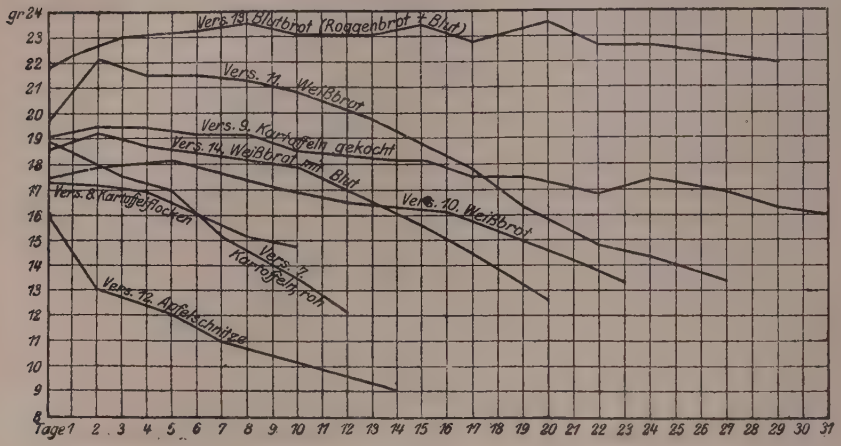

Fig. 1.

Tabelle über die mittleren Gewichtswerte von Versuch 7 bis 14 ergibt. Es sind dabei die mittleren Gewichte der Versuchstiere eingetragen. Zur Darstellung in dieser Form eignet sich, da die einzelnen Tiere ungleich bald eingehen, natürlich nur der Anfangsteil der Versuche. Wie Hofmeister (a. a. O.) durch eine schematische Zeichnung zeigt (vgl. Figur 2), unterscheidet

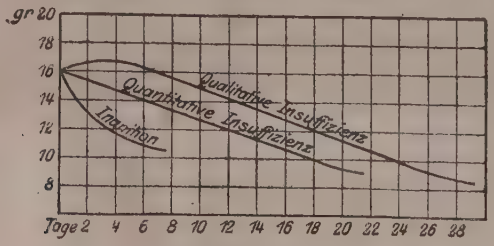

Fig. 2.

sich die Gewichtskurve der Maus bei totaler Inanition und Unterernährung durch ihren Verlauf von der Gewichtskurve bei qualitativer Insuffizienz. In letzterem Fall zeigt das Gewicht in den ersten Tagen keine Abnahme, ja oft eine Zunahme; ein Absinken unter das Anfangsgewicht erfolgt erst später. Bei Inanition und einfacher Unterernährung fällt das Gewicht vom ersten Tage an steil ab.

Diese Verhältnisse liegen auch in meinen Versuchen vor. So nähern sich die Kurven, die bei Fütterung mit Äpfelschnitzen und mit rohen Kartoffeln und Kartoffelflocken erhalten wurden, teils mehr der einfachen Inanitions-, teils mehr der durch qualitative Insuffizienz bedingten Unterernährungskurve. Bei Ernährung mit Weißbrot, gekochten Kartoffeln wurden sehr deutliche Insuffizienzkurven erhalten.

Die vorliegenden Versuche, deren Vervollständigung mir aus äußeren Gründen versagt blieb, bringen einen weiteren Nachweis für die Wichtigkeit der Kleienbestandteile für eine suffiziente Ernährung. Wie das schon aus den vielfachen Untersuchungen über die Entstehung der echten und der experimentellen Beriberi hervorgeht, ist bei den Gramineensamen die Kleberzellenschicht für die Ernährung von besonderer Bedeutung. Dies ist bis jetzt bei Vögeln nachgewiesen für Reis, Weizen, Gerste, Mais. Nach Osekis und den mitgeteilten Erfahrungen gilt dies auch für Mäuse. Wenigstens lebten die mit ungeschälten Zerealien genährten Tiere ungleich länger. Aber auch von anderen als Gramineensamen gilt das gleiche. Die mit geschältem Buchweizen gefütterten Tiere gingen frühzeitig zugrunde, während sie bei ungeschältem Buchweizen in der großen Mehrzahl über 80 Tage gesund blieben. Da der Buchweizensamen auch eine Aleuronschicht unmittelbar unter der Schale beherbergt, ist die Annahme, daß es sich auch hier um eine Schädigung durch Entfernung dieser Schicht handelt, gerechtfertigt. Gegen diesen Zusammenhang könnte allenfalls geltend gemacht werden, daß die Entfernung der Kleberschicht beim Schälen nicht absolut vollständig ist. Indes ist dieser Einwand im Hinblick auf die tausendfältige Erfahrung hinfällig, wonach die Suffizienz des Reises um so mehr leidet, je

vollkommener er „poliert“, d. h. von Schalen- und Aleuronresten befreit ist.

Beachtenswert ist vom praktischen Gesichtspunkt die Beobachtung, daß die Kartoffelflocken, d. h. durch starke Hitze getrocknete Kartoffeln, den einfach gekochten wesentlich nachstehen. Der vielfach gemachte Vorschlag, die Kartoffeln in dieser Form zu konservieren, hat somit seine Bedenken. Die Erfahrung, die man mit Kartoffelpräserven auf Schiffen gemacht hat, sprechen ebenso wie meine Versuche dafür, daß das Dörren, vielleicht sogar schon das scharfe Trocknen der Kartoffeln ihre Suffizienz dauernd schädigt. Daß es sich bei dieser Einbuße um einen Verlust von Eiweiß, Stärke oder Salzen handelt, ist ausgeschlossen. Übrigens hat sich die Verwendung von Kartoffelflocken für die Herstellung von mit Kartoffeln gebackenem Kriegsbrot nicht allgemein eingebürgert.

In neuster Zeit machte sich zunehmend die Einsicht geltend, daß die bei der Herstellung unserer Backwaren eingerissene Vorliebe für kleiefreies, möglichst „feines“, weißes Mehl vom Standpunkt der Ernährung als ein Irrweg anzusehen ist. Ein Brot, das die gesamten ausnützbaren Bestandteile der Brotfrüchte enthielte, ist von Stoklasa direkt als das „Brot der Zukunft“ bezeichnet worden.

Von den in dieser Richtung gemachten technischen Vorschlägen sind namentlich der von Finkler (Finalmehl) und der von Klopfer (Klopfermehl) beachtenswert. In diesen Mehlsorten (Roggen und Weizen) sind sämtliche Kleienbestandteile enthalten, ohne daß das Mehl und das daraus gewonnene Gebäck sich im äußeren Ansehen allzusehr von dem der beliebten weißen Gebäcksorten unterscheidet. In der Tat haben Versuche an Mäusen, die im hiesigen Institut mit „Klopfer-“ und „Finklerbrot“ in der von mir benutzten Art andauernd gefüttert wurden, Vorzüge dieser kleienreichen Brotsorten namentlich des erstgenannten gegenüber den feinen Mehlsorten des Handels ergeben. Da überdies Hindhede die Verwertbarkeit der Kleie durch Ernährungsversuche außer Zweifel gestellt hat, darf gehofft werden, daß auch späterhin — unabhängig vom Zwange des Krieges — die Verwendung des Ganz- oder Vollkornbrotes beibehalten werden wird.

Literatur.

Eijkman, C., Eine beriberiähnliche Krankheit der Hühner. Virchows Archiv **148**, 523, 1897.

Fröhlich, Th., Experimentelle Untersuchungen über den infantilen Skorbut. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. 72, 155, 1912.

Funk, C., Die Vitamine. Wiesbaden 1914.

Fürst, V., Weitere Beiträge zur Ätiologie des experimentellen Skorbuts der Meerschweinchen. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. **72**, 121, 1912.

Goldschmidt, M., Experimenteller Beitrag zur Ätiologie der Keratomalacie. Arch. f. Ophthalmol. **90**, 354, 1915.

Hindhede, M., Verdaulichkeit der Kleie. Skandin. Arch. f. Physiol. **33**, 59, 1915.

Hofmeister, F., Über qualitativ unzureichende Ernährung, I und II. Ergebn. d. Physiol., herausg. von Asher und Spiro, XVI. Jahrg., 1918.

Derselbe, Über die Verwendung von Schlachtblut zur menschlichen Ernährung. Münch. med. Wochenschr. **1915**, 1105.

Holst, A., und Th. Fröhlich, Über experimentellen Skorbut. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh. 72, 1, 1912.

Knapp, P., Experimenteller Beitrag zur Ernährung von Ratten mit künstlicher Nahrung im Zusammenhang von Ernährungsstörungen mit Erkrankung der Conjunctiva. Zeitschr. f. experim. Pathol. u. Ther. **5**, 147, 1908.

Mitteilungen der Beriberi-Studienkommission. Tokyo 1911.

Oseki, S., Untersuchungen über qualitativ unzureichende Ernährung. Biochem. Zeitschr. **65**, 158, 1914.

Röhmann, F., Über künstliche Ernährung und Vitamine. Berlin 1916.

Schaumann, H., Ätiologie der Beriberi, I. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene **14**, Beihefte 325, 1910.

Derselbe, Ätiologie der Beriberi, II. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene **18**, Beihefte 6, 1914.

Suzuki, S., T. Shimamura und S. Odake, Über Oryzanin. Biochem. Zeitschr. **43**, 89, 1912.

Stoklasa, J., Entspricht die jetzige Broterzeugung den modernen biochemischen Forschungen? Deutsche med. Wochenschr. 42, 75, 1916.

Derselbe, Das Brot der Zukunft. Jena 1917.

Suàrez, P., Über Maisernährung in Bezug zur Pellagrafrage. Biochem. Zeitschr. **77**, 17, 1916.

Urbeanu, A., Die Gefahr einer an Kaliumverbindungen zu armen Ernährungsweise und ihre Beziehung zu Ernährungskrankheiten. Berlin-Wien 1916.

Herrn Prof. Dr. Hofmeister möchte ich für sein liebenswürdiges Entgegenkommen meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Lebenslauf.

Ich wurde am 23. August 1888 in Konstanz (Baden) als Sohn des Kaufmanns Alois Auer geboren. Meine Schulbildung erhielt ich am Großherzogl. Gymnasium Konstanz und bestand hier im Sommer 1909 die Reifeprüfung. Im Herbst dieses Jahres ließ ich mich an der Universität Freiburg als Student der Medizin immatrikulieren und studierte daselbst zwei Semester. Im Herbst 1910 ging ich an die Universität Straßburg und blieb bis zum Frühjahr 1912, woselbst ich die ärztliche Vorprüfung bestand. Hierauf bezog ich die Universitäten Berlin (Sommer 1912), München (Winter 1912/13) und Würzburg, woselbst ich mein Studium vollendete und im Herbst 1914 mein Staatsexamen bestand.

Infolge Mobilmachung wurde ich zum Heeresdienst einberufen und befinde mich seitdem in militärärztlichem Dienst.